

Aus dem II. Anatomischen Institut der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med. Willy Schwarz

**DAS ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE BILD
DES ZOTTENSTROMAS
IM MENSCHLICHEN DUODENUM**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an den

Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Peter Hausser

aus Forst

1972



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550808_0048

Aus dem II. Anatomischen Institut der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Willy S c h w a r z

Das elektronenmikroskopische Bild des Zottenstromas
im menschlichen Duodenum

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Peter Hausser
aus Forst

Referent: Professor Dr.med.H.J. M e r k e r

Korreferent: Professor Dr.med.U.M. G r o s s



**Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der
Freien Universität Berlin**

Promoviert am: 14.7.1972

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Material und Methode	6
III. Befunde	8
A. Epithel-Bindegewebsgrenze	8
B. Aufbau der bindegewebigen Interzellulärsubstanz	9
C. Blut-und Lymphgefäße	10
D. Charakterisierung der verschiedenen Zelltypen	12
IV. Diskussion	19
V. Zusammenfassung	25
VI. Literatur	27
VII. Bildanhang	35

I. Einleitung

Nach unserem heutigen Stand des Wissens ist bei den Vorgängen der Stoffaufnahme aus dem Darmlumen nicht allein das begrenzende Epithel, sondern auch das darunter liegende Zottenstroma von außerordentlicher Bedeutung. Zottenepithel plus Zottenstroma stellen also im Hinblick auf die Resorption eine funktionelle Einheit dar, ein "Histion" im Sinne "LETTERER's (CLARA, 1952; MERKER, 1969; TONER, 1968). Zu dieser Auffassung haben Befunde geführt, die im wesentlichen fünf Anteile des Zottenstromas betreffen:

1. Das System der immunkompetenten Zellen

Spätestens seit den Untersuchungen von VOLKHEIMER et al. 1968, 1970, sowie auch auf Grund der lichtmikroskopischen Darstellung von Plasmazellen, Lymphocyten und Histiocyten und nicht zuletzt durch den klinischen Nachweis von Nahrungsmittelallergenen muß angenommen werden, daß antigenwirksame Substanzen die Epithelschicht unverändert durchdringen und erst im Zottenstroma abgebaut und immunologisch inaktiviert werden.

2. Der interstitielle Raum zwischen Epithelbasis und Blut- bzw. Lymphkapillaren

Die Verbreiterung oder Verdichtung dieses Raumes durch fibrotische, amyloidotische und ödematöse Prozesse führt zu einer Störung der Nahrungsaufnahme. Das Interstitium

müssen alle Stoffe passieren, die die Epithelbarriere überwunden haben und weiter in das Blut- bzw. Lymphgefäß-System gelangen. Neben einer mechanischen Funktion als Filterbarriere spielen die Glycosaminoglycane durch ihre wechselnde Wasserbindung und ihr Verhalten als Ionenaustauscher möglicherweise auch eine selektive Rolle. Neben dem Epithel muß sich also auch der extrazelluläre Raum des Interstitiums funktionsgerecht verhalten.

3. Blut- und Lymphkapillaren

Der endgültige Abtransport der aufgenommenen Substanzen gelingt schließlich nur dann, wenn die Gefäßwände permeabel sind und der Abfluß gewährleistet ist, also keine Stauung vorliegt.

4. Das System der kontraktilen Zellen

Zum normalen Abtransport der aufgenommenen Substanzen aus dem Extrazellulärraum des Interstitiums und aus den Lymphkapillaren ist offenbar eine gewisse Motorik Voraussetzung. Sie wird gewährleistet durch kontraktile Zellen, die glatten Muskelzellen ähnlich sind.

5. Das System der Nervenfasern,

das sich bis hinein in die Zottenspitze erstreckt, meistens in enger Nachbarschaft der Gefäße. Ihre Funktion dürfte sowohl die Regulation des Gefäßverhaltens als auch die Steuerung der Zottenmotorik sein.

Bei lichtmikroskopischen Befunden der vergangenen Jahre

ist vorwiegend die Dynamik der Blut- und Lymphgefäße und das Vorkommen einzelner Zelltypen zum Beispiel der Plasmazellen beschrieben worden (COLLAN and KALIMA, 1970; CRABBE, 1965; DEANE, 1963; DOBBINS and ROLLINS, 1970; HARDY et al. 1971; JACKSON, 1970; LINSS and GEYER, 1965; MILLER et al. 1969; PFEIFFE, 1968; RÉNYI-VAMOS, 1956). Eine umfassende lichtmikroskopische Darstellung und Diskussion der Befunde und Probleme, die auf die oben erwähnten fünf Abschnitte eingehen, liegt unseres Wissens noch nicht vor. Allgemeine Beschreibungen über das lichtmikroskopische Bild haben u.a. BARGMANN (1956), BECKER (1969), CLARA (1952), TONER (1968) veröffentlicht. Sie sollen neben eigenen Befunden Grundlage unserer elektronenmikroskopischen Untersuchungen sein. Darüberhinaus konnte die Anwendung der elektronenmikroskopischen Technik zahlreiche interessante Befunde erbringen, deren Übertragung auf die Probleme des Zottenstromas aufschlußreiche Ergebnisse verspricht. Hier ist vor allen Dingen zu denken an die außerordentliche Erweiterung unseres Wissens auf dem Gebiet der bindegewebigen Interzellulärsubstanz (MERKER, 1971; SCHWARZ, 1964), der Gefäßwand (WOLFF, 1971), des Kontraktionsmechanismus (v. KEYSERLINGK, 1971), der Epithel-Bindegewebsgrenze (BUSCH, 1969) und des Nervensystems (BAUMGARTEN et al. 1970). Überraschenderweise liegen aber über das Zottenstroma und seine einzelnen Teile nur

sehr wenige und sehr spezielle elektronenmikroskopische Untersuchungen vor. Sucht man darüberhinaus vergleichbare Resultate vom Menschen, so findet man zwar einige Arbeiten über das Dünndarmepithel, aber keine Angaben vom Zottenstroma.

Die Zusammenfassung dieser Befunde zeigt, daß eine zusammenfassende Darstellung und Diskussion des elektronenmikroskopischen Bildes des Zottenstromas des menschlichen Dünndarmes noch aussteht. Wir haben deshalb diesen Versuch unternommen, wobei bevorzugt folgende Anteile und Funktionen besprochen werden sollen:

1. Epithel- und Bindegewebsgrenze (Basalmembran)
2. Aufbau der bindegewebigen Interzellulärsubstanz
3. Feinstruktur der Blut- und Lymphgefäße
4. Charakterisierung der verschiedenen Zelltypen
im Zottenstroma
5. Problem der Kontraktilität
6. Diskussion der damit zusammenhängenden
funktionellen Probleme

Die Befunderhebung auf elektronenmikroskopischer Ebene und die Deutung dieser Befunde im Zusammenhang mit den Resorptionsvorgängen erscheint uns darüberhinaus notwendig und sogar dringend zu sein. In zunehmendem Maße werden Biopsien aus der Darmschleimhaut gewonnen, die elektronenmikroskopisch begutachtet werden. Zweifellos fehlen aber noch genügend Vergleichsuntersuchungen an

normalem menschlichem Material. Diese Arbeit soll deshalb einen Beitrag auch zur Lösung dieses Problems leisten.

II. Material und Methoden

Das Material konnte bei chirurgischen Operationen erhalten werden. Für die Überlassung des Operationsmaterials und die Hilfe bei der schnellen Fixierung danken wir Herrn Prof. Dr. NASSERI (Chirurgische Klinik im Klinikum Westend) Und Herrn Dr. HELLENSCHMIED (Chirurgische Klinik, Krankenhaus Moabit). Vor Schluß des Duodenalstumpfes wurden kleine Stückchen Dünndarmschleimhaut aus makroskopisch gesunden Arealen exziiert und sofort lebensfrisch fixiert. Insgesamt konnten Gewebe von 4 Patienten berücksichtigt werden, deren Alter 28, 39, 47 bzw. 56 Jahre betrug. Die Fixierlösung bestand entweder aus einer 1 %igen OsO_4 -Lösung, die mit 0,1 molaren Phosphatpuffer auf einen pH von 7,2 eingestellt war oder aus einer 2 %igen Glutaraldehyd-Lösung, ebenfalls in Phosphatpuffer. Die Fixationsdauer betrug 2-4 Stunden. Die Glutaraldehyd fixierten Gewebsstücke wurden zunächst in der oben genannten OsO_4 -Lösung nachfixiert. Nach dem Waschen in Pufferlösung erfolgte die Entwässerung in der aufsteigenden Acetonreihe und schließlich die Einbettung in Mikropal. Zur besseren Orientierung im Schnitt wurde neben der üblichen Kapsel einbettung auch eine Flacheinbettung in Petrischalen durchgeführt, die relativ genaue Quer-und Längsschnitte durch die Darmwände erlaubt. Trotzdem mußte vor jeder Dünnschnittserie ein sogenannter Dickschnitt von etwa

1 μ Dicke hergestellt werden, der nach Färbung in alkoholischer Giemsalösung bei 60° C eine lichtmikroskopische Beurteilung erlaubt. Mit Hilfe solcher Schnitte kann exakt der Schnittwinkel und die Schnittart festgelegt werden. Die Dünnschnitte wurden dann aus entsprechend ausgewählten Blöcken mit LKB-Ultratomen hergestellt und auf die üblichen oder aber auch Einlochblenden aufgezogen. Zur Nachkontrastierung verwendeten wir Uranylacetat und folgend Bleiacetat-Lösung. Die Aufnahmen wurden an Siemens Elmiskopen I und Ia bei einer Strahlspannung von 80 KV (Blenden 200/50 u) in einem Primärvergrößerungsbereich von 1500 bis 40 000 hergestellt. Die Auswertung erfolgte auf 3 1/2-fach vergrößertem Positiv-Papierabzügen.

III. Befunde:

Epithel-Bindegewebsgrenze (Abb.: 1, 2, 4, 5, 6, 10)

Das Epithel der Zotte stellt einen einschichtigen Verband dar, dessen basale Zellmembranen relativ geradlinig verlaufen (Einzelheiten siehe Dissertation JANKE, 1971 von diesem Material). Außerordentlich variabel ist dagegen die Weite der Interzellularräume. Sie können entweder fast vollständig fehlen, dann werden die Membranen benachbarter Zellen nur durch den typischen 200 Å breiten Spalt getrennt, oder aber sie sind so extrem erweitert, daß die Epithelzellen nur noch mit schmalen Ausläufern die Basalmembran erreichen.

Die Basalmembran verläuft annähernd parallel in einem Abstand von 200-300 Å zur basalen Zellmembran der Epithelzellen und grenzt sie zum Bindegewebe hin ab. Die eigentliche Membran ist etwa 300 Å dick. Bei hoher Auflösung besteht sie aus einem Netzwerk feiner Filamente, das in eine homogene, etwas elektronendichtere Grundsubstanz eingebettet ist. Diese bindegewebliche Verdichtungsschicht ist in höheren Vergrößerungsbereichen offenbar nicht kontinuierlich. An einigen Stellen - besonders im Spitzenbereich der Zotten - können unscharf begrenzte Lücken von einigen hundert Angström Einheiten Breite beobachtet werden. Solche Lücken scheinen auch beim Durchtritt der Chylomikronen bei der Fettresorption eine Rolle zu spielen. Diese Fettpartikel

sind etwa $0,05 - 0,1\mu$ groß und lassen sich bereits wenige Minuten nach Fettfütterung im epithelnahen Interzellularraum des Bindegewebes nachweisen. Da sie vom Epithel ausgeschieden werden, müssen sie also sehr schnell die Basalmembran durchwandert haben.

Aufbau der bindegewebigen Interzellularsubstanz

(Abb.: 3, 7, 8, 9, 17, 24, 25, 26)

Unter der Basalmembran zum Bindegewebe hin, d.h. zwischen Basalmembran und der Zellmembran der epithelnahen Bindegewebszellen und Kapillaren, finden sich kleine kollagene Bündel oder isolierte Kollagenfibrillen. Die Bündel bestehen aus drei bis zwanzig parallelen Einzelfibrillen. Bündel und Einzelfibrillen verlaufen unregelmäßig. Die Dicke der einzelnen Fibrillen beträgt $250-350 \text{ \AA}$. An einigen Stellen berühren sie die Basalmembran, strahlen jedoch niemals in sie ein. Entsprechende Fibrillen und Fibrillenbündel lassen sich locker verteilt und mit unregelmäßigem Verlauf im gesamten bindegewebigen Interzellularraum der Zotte nachweisen. Durch eine Basalmembran ist ebenfalls das Endothel der Blutgefäße und die typischen glatten Muskelzellen an der Zottenbasis abgegrenzt. In beiden Fällen ist die Basalmembran etwa $200-300 \text{ \AA}$ dick. Die kleinen Nervenfasern dagegen sind nur an der Zottenbasis kontinuierlich von einer Basalmembran umgeben. In den Spitzenbereichen geht sie allmählich verloren und Axone grenzen dann frei in den

bindegewebigen Interzellularraum. Auch die Hülle durch Schwann'sche Zellen ist in diesen Bereichen häufig nicht mehr kontinuierlich. Auch die noch zu beschreibenden subepithelialen Fibrocyten mit Eigenschaften ähnlich den glatten Muskelzellen haben keine Basalmembran.

Blut- und Lymphgefäße (Abb.: 7, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 26)

Über die Feinstruktur der Blut- und Lymphgefäße in den Darmzotten liegen aus letzter Zeit eingehende Beschreibungen aus dem eigenen Institut vor (Literatur siehe GÜLDNER, 1970). Ihr elektronenmikroskopisches Bild soll deshalb hier der Vollständigkeit halber nur kurz zusammenfassend beschrieben werden. Das Endothel in den epithelfernen Bezirken ist mittelhoch bis flach und enthält zahlreiche etwa 750 Å große Vesikel. Diese mikropinocytotischen Vesikel werden z.T. für den Capillar-Transport von Molekülen verantwortlich gemacht, deren Durchmesser über 80 Å und deren Molekulargewicht zwischen 10 000 - 100 000 liegt; das schließt die Passage vieler Plasmaproteine, Hormone und Antikörper ein. Für einen schnellen Austausch von Substanzen mit Molekulargewicht unter 10 000 dürfte der vesikuläre Transport jedoch zu langsam und zu schwach sein (KARNOVSKY, 1967). Es ist anzunehmen, daß Wasser und kleine Moleküle durch kleine Poren mit einem Durch-

messer von ca. 90 Å transportiert werden (LANDIS and PAPPENHEIMER, 1963). Und zwar ist dies ein passiver Vorgang, während ja der vesikuläre Transport Energie verbraucht. Daneben kommen einige Zellorganellen besonders im perinukleären Bereich vor z.B. ein kleiner Golgi-Apparat, kleine Mitochondrien, kurze Hohlräume des endoplasmatischen Retikulums und freie Ribosomen. Vereinzelt lassen sich auch langgestreckte Einschlüsse darstellen, in deren elektronendichter Matrix tubuläre Strukturen parallel gebündelt sind. Zum Epithel hin wird das Endothel der Blutgefäße häufig durch etwa 750 Å breite Poren durchbrochen. An den Rändern dieser Poren gehen die äußere und innere Zellmembran des Endothels ineinander über. Ein dünnes häufig unscharf begrenztes Diaphragma überspannt die Poren. Die Packungsdichte und Verteilung der Poren ist außerordentlich unregelmäßig. Die Endothelien sind durch tight junction und Verzahnung untereinander verbunden. Die Lage dieser typischen Zottenkapillaren ist vorwiegend peripher dicht unter dem Epithel, im Zentrum scheinen mehr die zu- und abführenden Gefäße zu liegen. Typische Pericyten lassen sich nur selten im Spitzenbereich der Zotten und nie zwischen Endothel und Epithel nachweisen. Die Lymphgefäße finden sich dagegen mehr zentral- In ungefülltem Zustand sind sie außerordentlich schwer darzustellen. Ihre Darstellung gelingt

besonders gut nach Fettfütterung: In diesen Fällen sind sie aufgebläht durch zahlreiche Chylomikronen. DOBBINS u. ROLLINS markierten den Weg wasserlöslicher Makromoleküle durch die Lymphgefäße der Darmzotten von Mäusen und Meerschweinchen mittels Peroxidase, Ferritin und Chylomikronen. Ferritin und Peroxidase wurden häufig in pinocytotischen Vesikeln angetroffen, während Chylomikronen in übereinandergreifenden endothelialen Zellfortsätzen imponierten. Sie leiteten daraus ab, daß der Haupttransportweg dieser Substanzen durch die Lymphgefäße der Mucosa vesikulärer Natur ist, ein Nebenweg durch endotheliale Interzellularlücken verläuft. So konnte auch CASLEY-SMITH (1967) zeigen, daß der Weg flüssiger und fester Substanz in die Lymphgefäße über interzelluläre Verbindungen, der Weg durch das lymphatische Endothel in pinocytotischen Vesikeln verläuft. Die Wand der Lymphgefäße besteht aus einem flachen Endothel, das durch besonders starke Vesikulationsprozesse gekennzeichnet ist. Einige Poren kommen vor, die Basalmembran fehlt. Typisch sind aber Lücken zwischen benachbarten Endothelzellen.

Charakterisierung der verschiedenen Zelltypen

Im Stroma der Zotten finden sich eine Reihe von Zelltypen, deren Vorkommen außerordentlich wechseln kann. Wir sehen Zellen, die immer, andere, die häufig und wenige, die nur selten anzutreffen sind. Zu den

charakteristischen Zelltypen im Zottenstroma gehören die fibroblastenähnlichen Zellen, die wir als sub-epitheliale Fibrocyten bezeichnen (Abb.: 1, 2, 5, 9, 22). Über diesen Zelltyp sind in jüngster Zeit einige Beschreibungen veröffentlicht worden, die eine kontraktile Funktion dieses Zellsystems nachweisen konnten (v. KEYSERLINGK, 1970). Sie zeichnen sich durch lange schmale plattenförmige Fortsätze aus, die vorwiegend parallel zur epithelialen Oberfläche verlaufen und eine zusätzliche, wenn auch nicht kontinuierliche Abgrenzung zwischen Epithel und bindegewebigen Stroma bewirken. Darüberhinaus können aber noch einzelne Fortsätze in das zentrale Stroma ziehen. Die Fortsätze dieser fibroblastenähnlichen Zellen berühren sich stellenweise. An diesen Stellen entstehen "closed contacts" d.h. der Interzellularspalt ist enger als $150 \text{ \AA}$ oder sogar zonulae occludentes (Verschmelzen der äußeren Lamellen der Zellmembran). Im Cytoplasma finden sich die Organellen vorwiegend im perinukleären Bereich konzentriert: Kleine Mitochondrien, Golgi Apparat, einige Hohlräume des endoplasmatischen Retikulums und freie Ribosomen. In den Fortsätzen finden sich freie Ribosomen, einige vesikuläre Strukturen und ein feinfilamentäres Material.

Neben diesen Bindegewebszellen, die das Zottenstroma nach außen locker umkleiden und mit ihren

Fortsätzen durchziehen, gibt es auch typische Fibrocyten (Abb.: 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 22, 26). Sie haben wie ähnliche Zellen anderer Lokalisation eine bipolare Form, bilden keine langen Fortsätze, enthalten kein filamentäres Material und nur wenige Zellorganellen an den Kernpolen.

Typische glatte Muskelzellen (Abb.: 1, 2, 3, 7, 13, 14, 17, 21, 22) lassen sich, von den Ringmuskelbündeln in die Zottenbasis einstrahlend, ebenfalls darstellen. Sie enthalten ebenfalls an den Polen des längsovalen und häufig haustrierten Kernes einige Zellorganellen; das übrige Cytoplasma ist ausgefüllt mit einem feinfilamentären Material. Die Dicke der Einzelfibrille beträgt 40 - 60 Å, die parallel zur Längsachse der Zelle verlaufen. Ihr Kennzeichen sind längliche Verdichtungen im Cytoplasma und unter der Zellmembran, in die Filamente einstrahlen. Die glatten Muskelzellen können isoliert liegen. Häufig findet man sie aber in Gruppen von drei bis vier parallel nebeneinander herverlaufend.

Im Bindegewebe aller untersuchter Zellen fanden sich Plasmazellen (Abb.: 2, 3, 7, 13, 18, 19, 21, 22, 25). Sie sind rund bis oval und enthalten einen häufig exzentrisch liegenden runden Kern. Im Kern findet sich eine deutliche periphere Randverdichtung des Chromatins. Solche Verdichtungszone erstrecken sich auch bis weit in das Kernzentrum hinein. An einzelnen

Stellen lassen sich aufgehellte Sektoren bis an die Kernmembran heran verfolgen. Bei günstiger Schnittrichtung kommt auch im elektronenmikroskopischen Bild eine angedeutete Radspeichenstruktur zum Ausdruck. Eine deutliche Ausprägung dieser Eigenschaft ist aber wegen der Dünne der Schnitte nicht zu erwarten. Bei einer Schnittdicke von 500 Å und einem Durchmesser von 10µ zum Beispiel lassen sich 200 Schnitte durch den Kern legen. Im Cytoplasma überwiegen die Membransysteme des rauhen endoplasmatischen Retikilums. Es handelt sich um flache membranbegrenzte Säcke, die sich zwiebel-schalenähnlich, das heißt konzentrisch um den Kern anordnen. Den Membranen sitzen fast regelmäßig Ribosomen auf. In Schräg- oder Tangentialschnitten erkennt man, daß diese Ribosomen in Gruppen, Ketten oder Rosetten angeordnet sind (Polysomen). Häufig im Zentrum der konzentrischen Schichtung in der Nähe des Kernes, manchmal auch etwas exzentrisch in der Peripherie der Zelle liegt ein gut ausgeprägter Golgi Apparat. Er besteht aus vier bis acht halbkreisförmig angeordneten flachen Säcken; in der Umgebung kommen vermehrt Vesikel und Granula vor. Zwischen diesen umschriebenen Zellorganellen liegen einige ovale Mitochondrien. Neben den Plasmazellen sind die Makrophagen (Abb.: 2, 3, 21) des Zottenstromas eine Zellart, die immer vorhanden ist, wenn auch ihre Menge außerordentlich

wechseln kann. Es handelt sich um Zellen, die lange plumpe Fortsätze in alle Richtungen des Raumes senden. In einer Schnittebene sind deshalb häufig Anschnitte solcher Fortsätze zu sehen, in denen der Kern nicht getroffen ist. Cytologisch sind sie gekennzeichnet durch das Vorkommen zahlreicher Einschlüsse unterschiedlicher Elektronendichte. Diese Einschlüsse enthalten phagocytiertes Material und stellen deshalb Phagosomen bzw. Phagolysosomen dar. Ihre Größe kann bis zu 3μ betragen. Der Inhalt besteht aus homogenen granulären oder myelinartigen Massen mit wechselnder Elektronendichte. An der Oberfläche finden sich eine Fülle von Vesikulationsvorgängen, die typisch sind für die Entstehung phagocytotischer und pinocytotischer Einschlüsse, sowie "coated vesicles". Der kernnahe Golgi Apparat ist meistens gut ausgeprägt und besteht aus halbkreisförmig angeordneten parallel gepackten membranbegrenzten Säcken, die von einem Hof aus kleinen Bläschen und Granula umgeben sind. Die übrigen Zellorganellen, Mitochondrien, rauhes und glattes endoplasmatisches Retikulum sind nur in geringer Zahl und morphologisch unauffällig vorhanden. Auffällig ist die enge räumliche Beziehung zwischen Makrophagen und Plasmazellen bzw. Eosinophilen. Das gemeinsame Vorkommen dieser Zelltypen ist besonders in der Nähe von Lymphgefäßen zu beobachten; jedoch lassen sich auf vielen

Schnitten keine exakten Zuordnungen zu bestimmten Gebieten des Zottenstromas durchführen. An der Beüh-rungsstelle zwischen Plasmazelle und Makrophage ver-laufen die Membranen der benachbarten Zellen auf lan-gen Strecken in einem Abstand von 150-200 Å parallel nebeneinander her. Besondere Kontaktstellen oder Verzahnungen lassen sich nicht nachweisen.

Die eosinophilen Leucocyten (Abb.: 1, 2, 3, 22, 23) sind charakterisiert durch den eigenartigen Aufbau ihrer Granula. In Abhängigkeit von der Konstrastierung enthalten diese membranbegrenzte Einschlüsse: entweder in einer mitteldichten Matrix ein zentrales dichtes Kristalloid mit einer rechteckigen oder rhombischen Gestalt nach Uranylacetat-Konstrastierung oder aber in einer dunklen Matrix ein helles Kristalloid nach Phosphorwolframsäure-Konstrastierung. Diese Zellart läßt sich ebenfalls vereinzelt in dem Stroma aller Zotten nachweisen. Die Zellform ist vorwiegend rund bis oval. Die Oberfläche zeigt nur kleine plumpe Fort-sätze. Die eosinophilen Leucocyten liegen häufig Makro-phagen an (siehe Plasmazellen) oder isoliert im Zotten-stroma. Manchmal drängen sie sich zwischen die Epithel-zellen. Die Möglichkeit einer Auswanderung in das Darm-lumen ist deshalb durchaus gegeben.

Einen häufig wenn auch nur in geringer Zahl vorkommen-den Zelltyp stellen die Lymphocyten (Abb.: 1, 2, 3,

13, 15, 20, 21) dar. Sie sind -wie auch im licht-mikroskopischen Bild- gekannzeichnet durch eine große Kern-Plasma Relation und einen Kern mit sehr dichtem Chromatin. Die Zellkontur ist vorwiegend glatt, jedoch können lokalisierte Fortsätze auftreten. Das Cytoplasma ist unauffällig. Es enthält neben freien Ribosomen vorwiegend in einem Areal zusammengedrängt mehrere kleine Mitochondrien und dichte Einschlüsse.

IV. Diskussion

Obwohl in dieser Arbeit betont auf menschliche Verhältnisse zurückgegriffen werden soll, da hier noch vergleichbares Material weitgehend fehlt, ist es durchaus berechtigt, wegen der funktionellen und morphologischen Ähnlichkeit die am Tier gewonnenen Erfahrungen zu benutzen. Besonders interessant in diesem Zusammenhang sind Untersuchungen über die Funktion des sogenannten F i b r o c y t e n - S y s t e m s im Zottenstroma. Es könnte gezeigt werden, daß die zwischen den Kapillaren und Epithel gelegenen Fibrocyten mit ihren plattenförmigen Fortsätzen sowohl die Regulation eines Flüssigkeitsstromes aus den Kapillaren als auch die Fähigkeit zur Kontraktion besitzen (GÜLDNER und WOLFF, 1970; v. KEYSERLINGK, 1970). Die Möglichkeit einer Kontraktion läßt es deshalb wahrscheinlich werden, daß die Zottenpumpe erstens doch existiert und zweitens durch diese Zellart funktioniert. Dabei kann hypothetisch folgende Vorstellung entwickelt werden:

Von den epithelnahen Muskelschichten spaltet sich eine Lamelle ab und zieht im subepithelialen Bereich annähernd parallel zur Basalmembran zur Zottenspitze. Diese Zellen berühren sich mit Fortsätzen. An diesen Stellen können vereinzelt zonulae occludentes auftreten. Auf Grund dieser Kontakt-

verhältnisse kann deshalb angenommen werden, daß die Erregung den gesamten korbartigen Zellapparat zur Kontraktion bringt. Die Regulation des Flüssigkeitsstromes wird durch die Anordnung der langen plattenförmigen Fortsätze dieser Zellen durchgeführt. Das Endothel der Zotten zeigt besonders in den apikalen Bereichen und zum Epithel hin einen ausgesprochen porösen Aufbau. Die hier ausströmende Flüssigkeit wird durch die Fortsätze in Richtung auf die Zottenbasis gelenkt. Durch eine wasserstrahlähnliche Wirkung reißt der Flüssigkeitsstrom aus der Zottenspitze die dort resorbierten Substanzen mit. Sowohl die Fähigkeit der Kontraktion d.h. der Auspressung des Stromas als auch die Regulierung des Flüssigkeitsstromes heben die Wichtigkeit des bisher nur als "fibrocytären Systems" definierten Zellverbandes hervor. Die Frage ist deshalb berechtigt, ob die Bezeichnung "Fibrocyt" angemessen ist. Die Untersuchungen an diesen Zellen nach Glyzerinisierung und ATP-Behandlung ergab eine große Ähnlichkeit zu glatten Muskelzellen. Es wäre deshalb auch möglich, von einem "f i b r o m u s k u l ä r e n S y s t e m " zu sprechen.

Wenn man darüberhinaus bei der Diskussion dieser Befunde die weiten Lücken oder sogar die offenen Enden der Lymphkapillaren berücksichtigt, wird die Wichtigkeit dieses Zellsystems umso augenfälliger.

Durch Bahnung und Regulierung des Flüssigkeitsstromes bereits außerhalb der Lymphgefäße und Kontraktion des Zottenstromas wird der Abfluß über die Lymphbahn sinnvoll gesteuert.

Die bisher zum Vergleich herangezogenen Arbeiten beruhen auf Untersuchungen an den üblichen Laboratoriumstieren. Das elektronenmikroskopische Bild des menschlichen Zottenstromas in unseren Befunden unterscheidet sich nicht wesentlich davon. Die Diskussion im geschilderten Sinne ist deshalb durchaus berechtigt.

Neben diesen Zellen des "fibromuskulären Systems" kommen zweifellos auch typische *F i b r o c y t e n* im Zottenstroma vor. Sie sind gekennzeichnet durch ihre isolierte Lage und ihren Gehalt an rauhen endoplasmatischen Retikulum. Ihr Aufgabengebiet ist die Bildung der "turn over" der Stromainterzellulärsubstanz, die elektronenmikroskopisch in Form der feinen Kollagenfibrillen zu erfassen ist.

Eine weitere Gruppe von Stromazellen kann dem immunbiologischen Abwehrsystem zugerechnet werden. Dazu gehören: *H i s t i o c y t e n*, *P l a s m a z e l l e n*, *L y m p h o c y t e n*. Die Bedeutung dieser Zellen für die Erzeugung antigenwirksamer Substanzen (histiocyten) und für die Bildung freier oder zellständiger Antikörper (Lymphocyten und Plasmazellen) bei den verschiedenen Immunreaktionen soll hier nicht

im einzelnen erörtert werden. Es kann ja doch mit Sicherheit behauptet werden, daß dieses zelluläre immunbiologische System im Zottenstroma des menschlichen Dünndarms voll ausgebildet vorhanden ist. Das Eindringen von Fremdstoffen, das auf Grund der Untersuchungen von VOLKHEIMER durchaus möglich ist, kann also hier entsprechend beantwortet werden. Das Vorkommen sowohl von Lymphocyten als auch von Plasmazellen weist darauf hin, daß unabhängig vom übrigen Organismus und insbesondere vom Blutstrom hier ein eigenes selbständiges Abwehrsystem vorhanden ist, was direkt und unabhängig von den weiter weggelegenen Zentren reagiert.

Unklar bleibt bei der Besprechung dieser Probleme die Bedeutung der häufig nachweisbaren E o s i n o p h i l e n. Ihre eigentliche Funktion im bindegewebigen Gewebsverband ist sehr umstritten. Nach neueren Untersuchungen müssen die eosinophilen Partikel eine Ähnlichkeit zu den Lysosomen aufweisen. Lysosomale Enzyme konnten nachgewiesen werden. So ist die Vorstellung nicht ganz von der Hand zu weisen, daß die Eosinophilen am immunbiologischen Geschehen im Gewebe durch Phagocytose von Antigen-Antikörper Komplexen beteiligt sind. Die typischen eosinophilen Granula würden nach diesen Vorstellungen Phagolysosomen darstellen. Es ist deshalb berechtigt, die Eosinophilen im Zusammenhang mit den immunkompetenten Zellen zu besprechen.

Daneben finden sich immer wieder G e w e b s b a s o -
p h i l e (M a s t z e l l e n). Durch Untersuchun-
gen mit ^{14}C und ^{35}S ist sichergestellt, daß sie Heparin
bilden und an das Blut abgeben. Darüberhinaus wird die
Aufnahme von Heparin aus dem Blut, die Speicherung und
die Abgabe des Heparins an die Gewebsflüssigkeit disku-
tiert.

Schließlich sieht man die Mastzellen sogar am Aufbau
der Interzellulärsubstanz beteiligt, indem sie Muko-
polysaccharide (Hyaluronsäure, Chondroitinsulfat) an
die Grundsubstanz des Bindegewebes abgeben, die hier
Wasser binden.

Alle drei Auffassungen könnten die bevorzugte topo-
graphische Beziehung der Mastzellen zu den Gefäßen
erklären. Man findet sie häufig in der Adventitia
kleiner Blutgefäße, wo sie offenbar entstehen. Ihr
Gehalt an Histamin, das von ihnen sogar synthetisiert
werden soll, läßt sie nach den Vorstellungen der Lite-
ratur im entzündeten Gewebe durch Histaminabgabe die
Vasodilatation sowie die erhöhte Kapillarpermeabilität
bedingen. Endlich scheinen sie bei anaphylaktischen
Reaktionen eine nicht unwesentliche Rolle zu spielen.

Bei der Besprechung der verschiedenen Zelltypen
muß außerdem darauf hingewiesen werden, daß ihre
Lokalisation zwar typischer Weise in das bindegewebige
Stroma verlegt werden muß, aber es finden sich auch

einzelne dieser Zellen zwischen den Epithelzellen. Es muß also den verschiedenen neutrophilen Zelltypen und Lymphocyten und Plasmazellen möglich sein, die Basalmembranbarriere zu überwinden und in den epithelialen Interzellularraum einzudringen. Diese Beobachtung weist darauf hin, daß die Basalmembran nicht prinzipiell eine Barriere für die Zellauswanderung darstellt. Dieser Befund würde das elektronenmikroskopische Bild bestätigen, daß an einzelnen Stellen die Basalmembran nur sehr schwierig nachweisbar ist. Eine ähnliche Forderung nach Durchlässigkeit der Basalmembran muß zur Erklärung der Resorption von Chylomikronen postuliert werden.

V. Zusammenfassung

Als Material für die elektronenmikroskopische Untersuchung dienten kleine Stückchen Duodenumschleimhaut von vier Patienten, die aus makroskopisch gesunden Arealen excidiert und lebensfrisch fixiert wurden.

Zottenepithel und Zottenstroma stellen im Hinblick auf die Resorption eine funktionelle Einheit aus fünf Kompartments dar: das System der immunkompetenten Zellen, der interstitielle Raum, die Blut- und Lymphkapillaren, das System der kontraktilen Zellen, sowie das System der Nervenfasern. Die Charakterisierung der verschiedenen Zelltypen im Zottenstroma beginnt mit der Beschreibung der subepithelialen Fibrocyten. Sie fallen durch ihre langen schmalen plattenförmigen Fortsätze auf, die meist parallel zur epithelialen Oberfläche verlaufen. Fibrocyten sind durch ihre bipolare Form charakterisiert. Typische glatte Muskelzellen weisen längsovale haustrierte Kerne auf, sowie feinfilamentäres Material im Cytoplasma. Die Kerne der Plasmazellen imponieren durch ihre Radspeichenstruktur. Zahlreiche Einschlüsse unterschiedlicher Elektronendichte markieren die Makrophagen, eine Zellart, die stets im Cytoplasma anzutreffen ist. Auffällig ist ihre enge räumliche Beziehung zu Plasmazellen und Eosinophilen meist in der Nähe von Lymphgefäßen. Kristalloide in membranbegrenzten Einschlüssen sind

charakteristisch für die eosinophilen Leucocyten. Außerdem weist dieser Zelltyp kleine plumpe Fortsätze auf. Die Lymphocyten endlich kennzeichnet ihre große Kern-Plasma Relation und ihr Kern mit dichtem Chromatin. In der Diskussion wird die Funktion des sogenannten Fibrocytensystems in der Regulation des Flüssigkeitstransports im Stroma angedeutet. Die Möglichkeit der Kontraktion könnte dafür sprechen, daß die sogenannte Zottenpumpe doch existiert. Es erscheint daher die Bezeichnung "fibromuskuläres System" angebracht. Histioocyten, Plasmazellen und Lymphocyten bilden das immunbiologische Abwehrsystem, das unabhängig vom übrigen Organismus und insbesondere vom Blutstrom mit der Erzeugung antigenwirksamer Substanzen direkt reagiert. Die Bedeutung der Eosinophilen könnte ebenfalls in diesem Zusammenhang gesehen werden. Den Gewebsbasophilen schreibt die Literatur eine Rolle im entzündeten Gewebe zu, indem sie durch Histaminabgabe Vasodilatation und erhöhte Kapillarpermeabilität bedingen. Zuletzt wurde darauf hingewiesen, daß die Basalmembran nicht prinzipiell eine Barriere für die Permeation großer Partikel darstellt.

VI. Literatur

- Abercrombie, M. The basis of the locomotory behaviour
of fibroblasts
Exp. Cell Res. (Suppl.) 8, 188-198
(1961)
- Bargmann, W.
und Knoop, A. Über das elektronenmikroskopische
Bild des eosinophilen Granulocyten
Z. Zellforsch. 44, 282-291; 692-696
(1956)
- Bargmann, W. Histologie und mikroskopische Anatomie
des Menschen
G. Thieme Verlag, Stuttgart (1967)
- Baumgarten, H.G.
Holstein, A.-F.
Owman, CH. Auerbach's Plexus of mammals and man:
electron microscopic identification
of three different types of neuronal
processes in myenteric ganglia of
the large intestine from rhesus
monkeys, guinea-pigs and man
Z. Zellforsch.u. Mikroskop. Anat. 106,
376-389 (1970)
- Becker, V. Pathomorphologie und Pathogenese der
Malabsorption
Verh. Dtsch. Ges. Pathol. 53, 10-45
(1969)
- Becker, V. Morphologische Dünndarmdiagnostik in
Med. Welt, Band 42, 1803-1808
(1970)

- Bessis, M. C. Ultrastructure of lymphoid and plasma cells in relation to globulin and antibody formation
Lab. Invest. 10, 1040-1067 (1961)
- Busch, W. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an der Tumor-Bindegewebsgrenze beim Mammacarcinom der Frau
Virchow's Arch. Abt. A Path. Anat. 346, 15-28 (1969)
- Casley-Smith, J.R. Endothelial fenestrae in intestinal villi: differences between the arterial and venous ends of the capillaries
Microvascular Research 3, 49-61 (1971)
- Clara, M. Beiträge zur Morphobiologie der Resorption im Dünndarm
Med. Monatsschrift Heft 1, 12-14 (1952)
- Collan, Y. The lymphatic pump of the intestinal villus of the rat
Kalima, T.V. Scandinavian J. of Gastroenterology 5, 187-192 (1970)
- Crabbé, P.A. The normal human intestinal mucosa as a maior source of plasma cells containing A- immunoglobulin
Carbonara, A.O. Lab. Invest. 14, 235-248 (1965)
Heremans, J.F.
- Deane, H.W. Apposition of macrophages, plasma cells, and eosinophils in lamina propria of gut
J. Cell Biol. 19, 19 A (1963 b)

- Deane, H.W. Some electron microscopic observations on the lamina propria of the gut, with comments on the close association of macrophages, plasma cells, and eosinophils
Anat. Rec. 149, 453-456 (1964)
- Dobbins, W.D. Intestinal mucosal lymphatic permeability: an electron microscopic study of endothelial vesicles and cell junctions
Rollins, E.L. J. Ultrastructure Res. 33, 29-59 (1970)
- Duncan, J.G.C. Further studies on the origin of tissue histamine, with special reference to intestinal absorption
Watson, N.G. Internat. Arch. of Allergy and Applied Immunology 36, 31-59 (1969)
- Güldner, F.H. Distribution of contractile elements and porous segments of capillaries within duodenal villi
Wolff, J.R. 6 th Europ. Conf. Microcirculation
Aalborg, 1970 im Druck
- Hardy, R.N. Observations on the structure of the small intestine in foetal, neo-natal and suckling pigs
Hockaday, A.R. Philosophical transactions of the Royal Society of London
Tapp, R.L. Series B. Biological Sciences 259, 517-531 (1971)

- Hart, S.L.
Mir, M.S. Effects of drugs on human foetal
intestine: a preliminary investi-
gation
J. of Pharmacy and Pharmacol. 22,
865-867 (1970)
- Jackson, M.J.
Cassidy, M.M.
Weller, R.S. Studies on intestinal fluid trans-
port. I. Estimation of the extra-
cellular space of everted sacs of
rat small intestine
Biochimica et Biophysica Acta 211,
425-454 (1970)
- Janke, W. Das elektronenmikroskopische Bild
des Dünndarmepithels während der
Differenzierung
Inaugural Dissertation an der FU
Berlin (1971)
- Kalima, T.V.
Collan, Y. Intestinal villus in experimental
lymphatic obstruction. Correlation
of light and electron microscopic
findings with clinical diseases
Scandinavian J. of Gastroentero-
logy 2, 497-505 (1970)
- Karnovski, M.J. The ultrastructural basis of
capillary permeability studied
with peroxidase as a tracer
J. Cell Biol. 35, 213-236 (1967)
- v.Keyserlingk, D.G. Ultrastruktur glycerinextra-
hierter Dünndarmmuskelzellen der
Ratte vor und nach Kontraktion
Z. Zellforsch. 111, 559-571 (1970)

- v. Keyserlingk, Persönliche Mitteilung (1971)
D.G.
- Landis, E.M. Chapter 29, Circulation.
Pappenheimer, J.R. Handbook of Physiology. Circulation.
American Physiology Society,
Washington, D.C. 2, 961 (1963)
- Leak, L.V. Electron microscopic study of
Burke, J.F. lymphatic capillaries in the
removal of connective tissue
fluids and particulate substances
Official Organ of the Internati-
onal Society of Lymphology 1,
39-52 (1968)
- Linss, W. Bemerkungen zum Bau der Blut-
Geyer, G. kapillaren im Jejunum einiger
Säugetiere
Anat. Anz. 117, 238-246 (1965)
- Low, F.N. Micofibrils: fine filamentous
components of the tissue space
Anat. Rec. 142, 131-137 (1962)
- Mellors, R.C. Cellular origin of human
Korngold, L. immunglobulins
J. Exp. Med. 118, 390-394 (1963)
- Merker, H.J. Elektronenmikroskopische
Morphologie der intestinalen
Resorption
Verh. Dtsch. Ges. Pathol. 53,
57-79 (1969)

- Pfeiffe, C.J. Intestinal villous morphology
Postgrad Med. 43, 215-221 (1968)
- Pitha, J. The fine structure of clear
fibroblast-like cells in the
lamina propria of the small
intestine
J. Ultrastructure Res. 22,
231-239 (1968)
- Rényi-Vamos, F. Das Lymphgefäßsystem des Dün-
darmes und seine Rolle im Fett-
transport
Acta Med. Hung. 9, 153-167 (1956)
- Schwarz, W. Fibrillogenese und Bildung der
elastischen Fasern
Arch. Biol. (Liège) 75, 369-396
(1964)
- Takeuchi, A.
Jervis, H.R.
Sprinz, H. The globule leucocyte in the
intestinal mucosa of the cat:
A histochemical, light an
electron microscopic study
Anat. Rec. 164, 79-98 (1969)
- Toner, P. Cytology of intestinal epithelial
cells
Intern. Rev. Cytol. 24, 233-324
(1968)
- Toner, P. The fine structure of the globule
leucocyte in the fowl intestine
Acta Anat. 51, 321-330 (1965)

- Volkheimer, G. Resorptionsstörungen des Dünndarmes in Diagnostik III. Band 109-111 (1970)
- Volkheimer, G. Persorption of particles
Schulz, F.H. Digestion, 1, 78-97 (1968)
Aurich, S.
Beuthin, K.
Wendland, H.
- Vollrath, L. Über die Entstehung von Mastzellgranula
Wahlin, T. Z. Zellforsch. u. Mikroskop. Anat. 111, 286-307 (1970)
- Wolff, J.R. Die Ultrastruktur der Kapillaren
In: Lehrbuch der Physiologie
Herausgeber Trendelenburg u. Schütz
Band Kreislaufphysiologie
(Herausgeber Bauereisen) (1971)



Abb. 1

Übersichtsaufnahme vom Randgebiet einer Zotte mit Epithel (E)- Bindegewebsgrenze (Pfeil). Im Zottenstroma Kapillaren (K), Lymphocyten (L), subepitheliale Fibrocyten (s F), glatte Muskelzellen (M).

Z M = Zellmembranverzahnungen zwischen Epithelzellen,

E L = Eosinophiler Leucocyt im Epithelverband.

Vergrößerung 1 : 7000

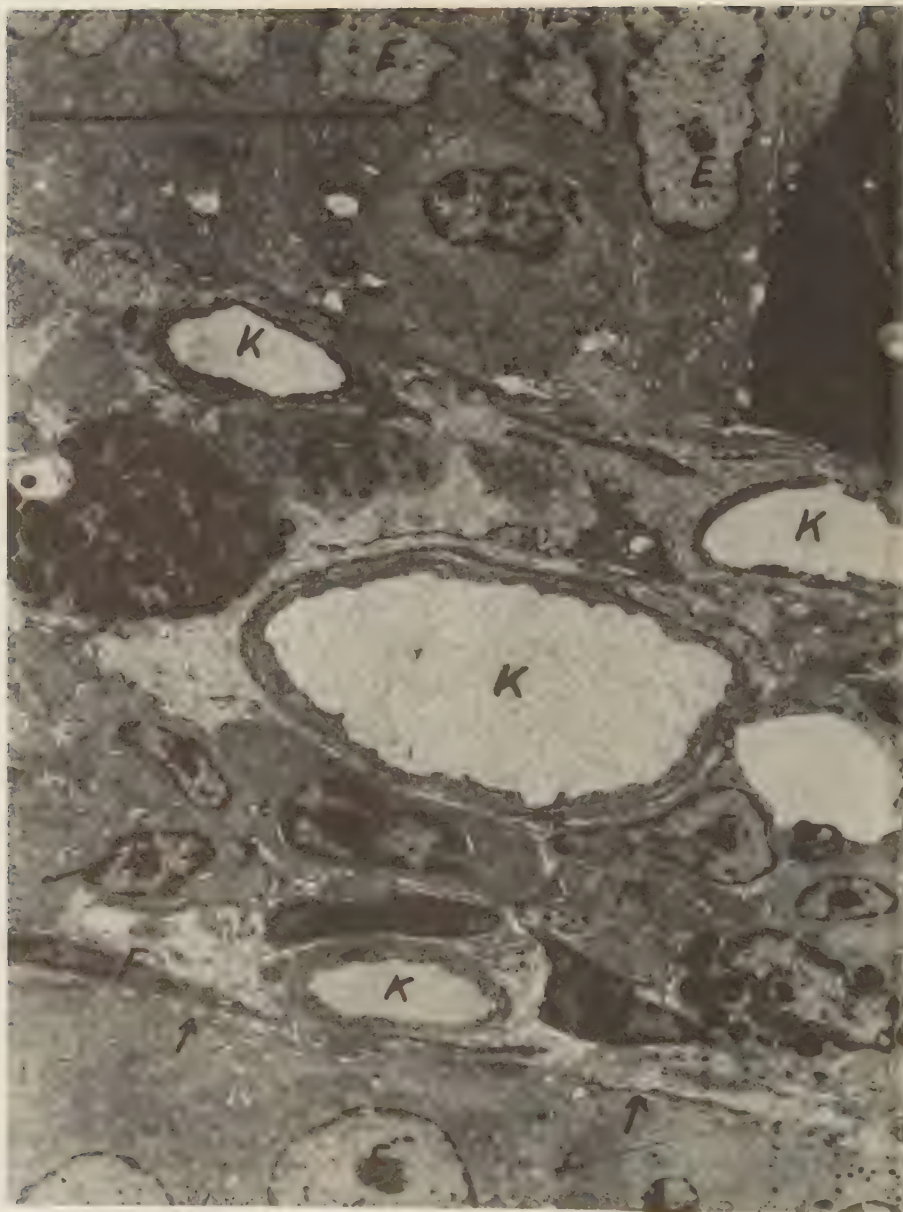


Abb. 1

Übersichtsbild vom Zottenstroma und den Epithelverbänden (E). Im Zottenstroma Kapillaren (K), Fibrocyten (F), subepitheliale Fibrocyten (s F), Mastocyten (M), Muskelsellen (M), Eosinophile Leucocyten (E.L), Epithel (E) - Bindegewebsgrenze (Pfeil), Plasmazelle (P), Lymphocyt im Epithelverband (L).

Verg.

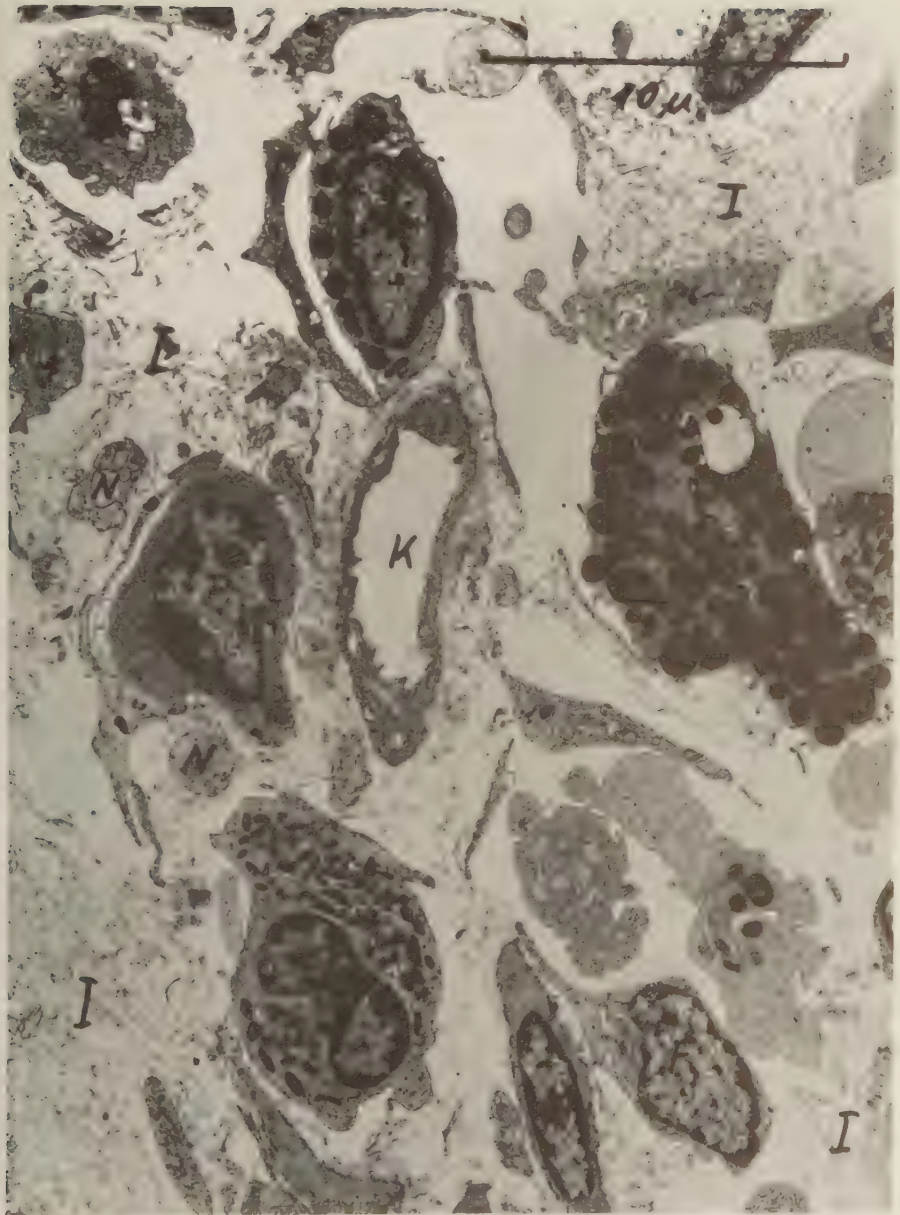
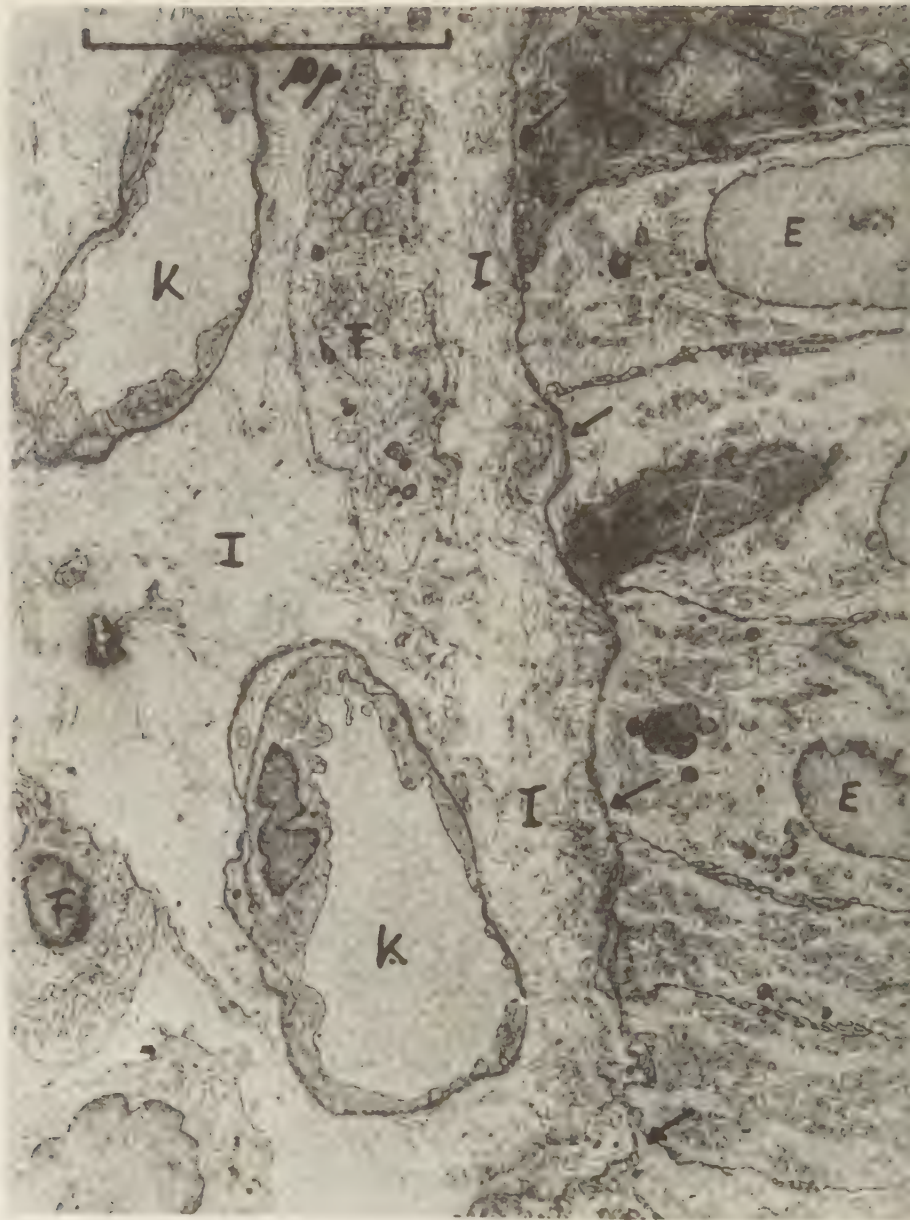


Abb. 2

Übersichtsbild vom Zottenstroma mit Kapillare (K), Mastzellen (Mz), Plasmazelle (P), Eosinophiler Leucocyt (EL), kleine Nervenbündel (N), Lymphocyt (L), Fibrocyt (F), Muskelzelle (M), Interstitielle Räume (I), mit kollagenen Fibrillen.

Vergrößerung 1 : 7000



Epithel (E) - Bindegewebsgrenze in Zottenmitte mit deutlich ausgeprägter Basalmembran (Pfeil). Im Zottenstroma Kapillaren (K), Fibrocyten (F) mit zahlreichen Hohlräumen des rauen endoplasmatischen Retikulums. Das Interstitium (I) mit zahlreichen kollagenen Fibrillen.

Vergrößerung 1 : 7000



Abb. 5

Epithel - Bindegewebsgrenze mit Basalmembran (x).
Die Zellmembran des Epithels stark verzahnt (Stern).
subepithelialer Fibrocyt (sF), im Interstitium (I)
kollagene Fibrillen, Kapillare (K) mit Poren (Pfeil),
Endothel (EN), Erythrocyt (Er).

Vergrößerung 1 : 35 000



Abb. 6

Epithel - Bindegewebsgrenze bei höherer Vergrößerung, feinfilamentärer Aufbau der subepithelialen Basalmembran (x), im Zottenstroma Fibrocytenfortsätze (F), kollagene fibrillen im Querschnitt (O) und Schrägschnitt (Stern), sowie eine Kapillare (K) mit Poren (Pfeil). E = Epithelzelle, E 1 = stark erweiterter epithelialer Interzellularraum.

Vergrößerung 1 : 75 000

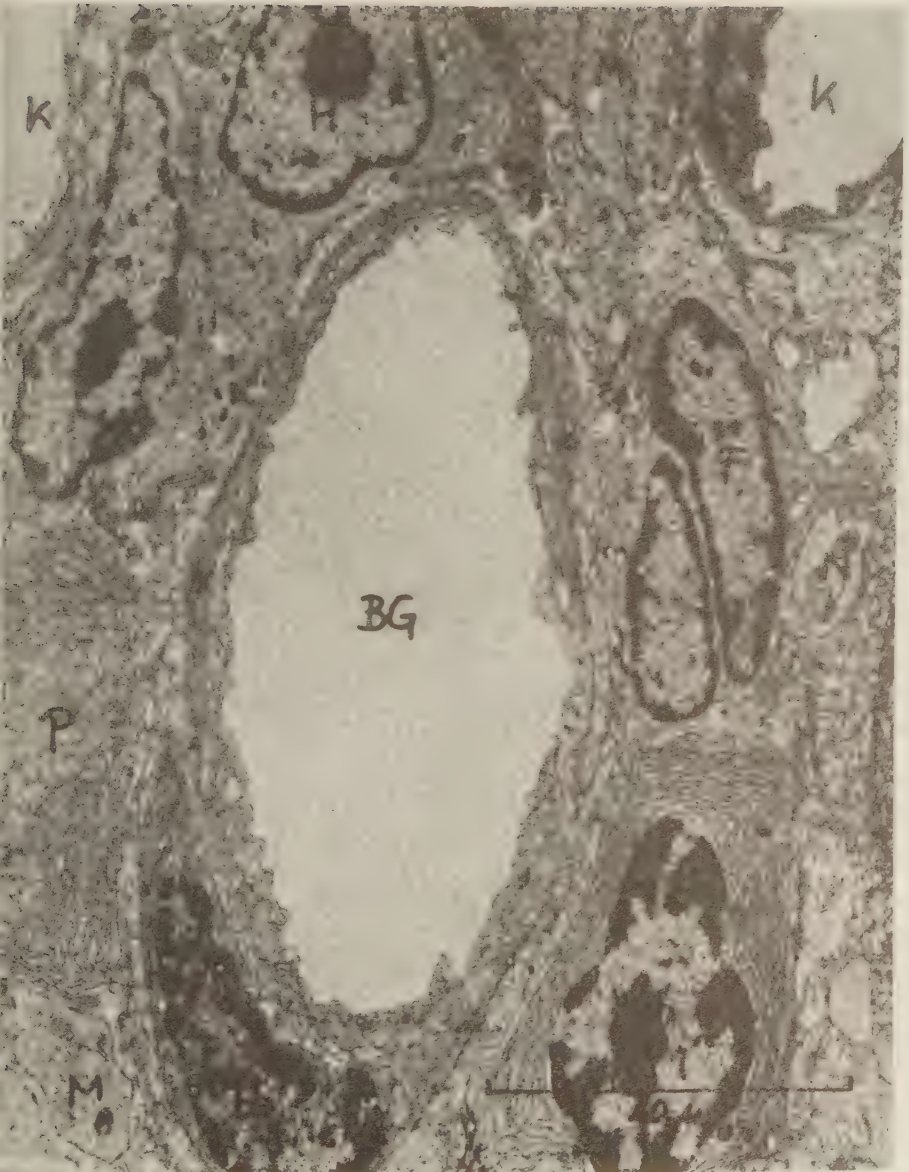


Abb. 7

Blutgefäß (BG) aus dem Zentrum einer Zotte mit deutlichen Pericyten (Ps) und fast kontinuierlicher Umhüllung mit flachen Zellausläufern (x), Histiocyten (H) in enger Nachbarschaft zu Plasmazellen (P), Muskelzellen (M), Fibrocyten (F), Nervenfasern (N), Kapillaren (K).

Vergrößerung 1 : 7000

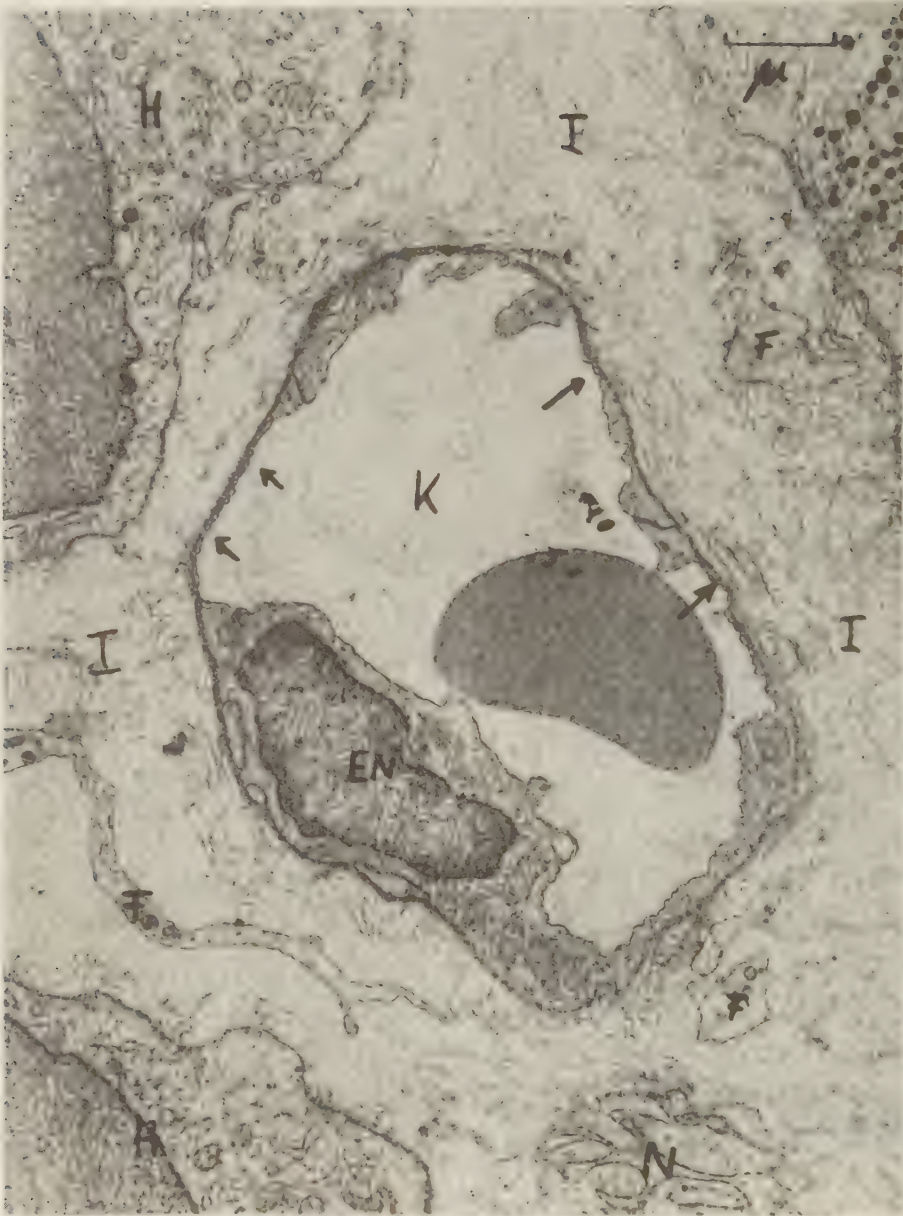


Abb. 8

Kapillare (K) mit Poren (Pfeil) aus einem unteren
Zottenabschnitt, daneben Histiocyten (H), Fibro-
cytenfortsätze (F). N = Nervenfasern, EN = Endothel,
I = Interstitium mit kollagenen Fibrillen.

Vergrößerung 1 : 21 000



Abb. 2

Kapillare (K) mit Poren (Pfeil) aus der Zottenspitze.

E = Epithel, s F = subepitheliale Fibrocytenfortsätze,

x = kapilläre Basalmembran, I = Interstitium mit kollagenen Fibrillen.

Vergrößerung 1 : 40 000



Abb. 10

Epithel (E) - Bindegewebsgrenze mit angeschnittener
Kapillare (K), Fibrocytenfortsätze (F) und kollagenen
Fibrillen im Interstitium (I).

x = epitheliale Basalmembran, (Pfeil) = Poren im
Kapillarendothel.

Vergrößerung 1 : 30 000



Abb. 11

Weitlumige Kapillaren (K) mit Ästen, Ästenfortsätzen (F) und kollapsierten Kapillaren (I).

Vergrößerung: 1000x

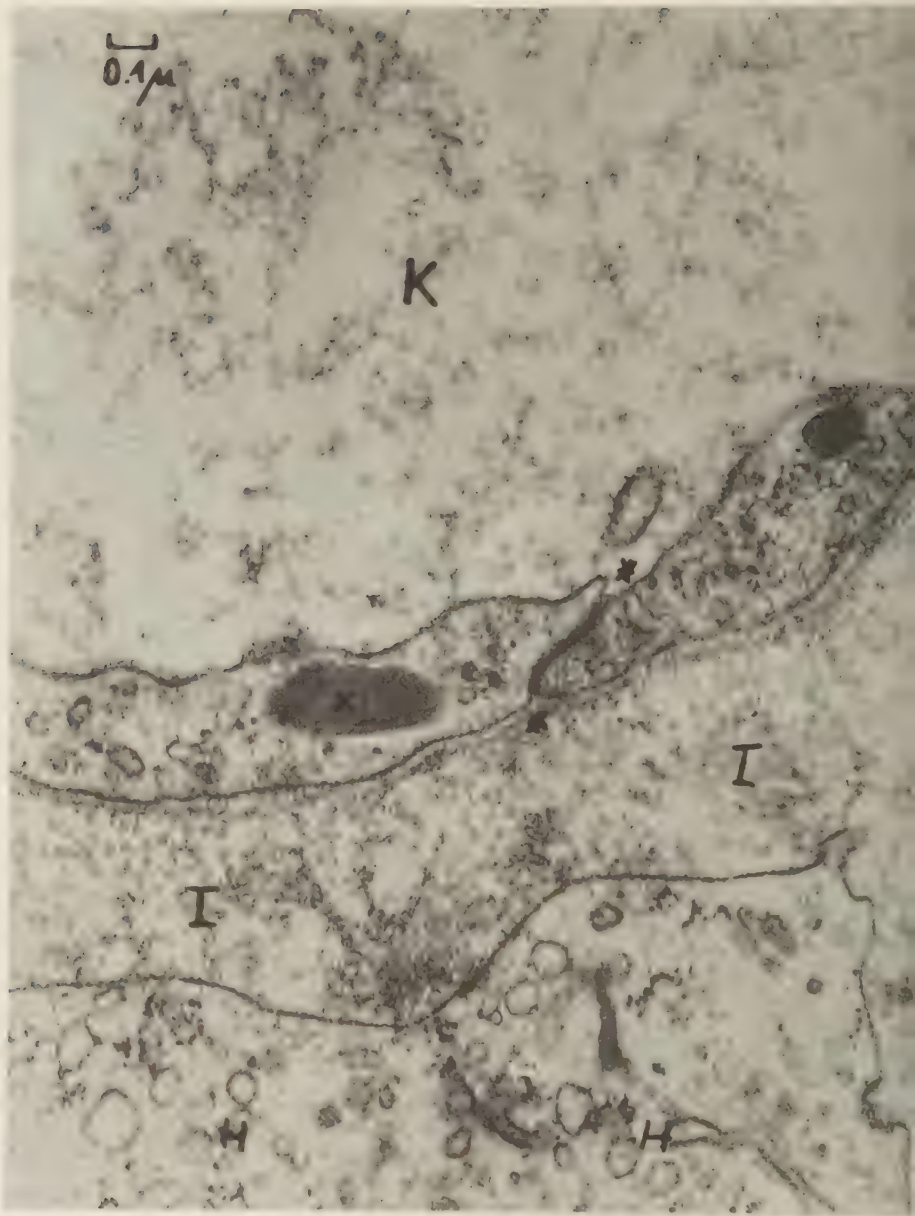


Abb. 12

Kapillare (K) und angrenzendes Interstitium (I) aus dem Zottenstroma, Endothelkontakt mit tight junction (Stern), im Endothelcytoplasma dunkler streifiger Körper. H = Histiocyt.

Vergrößerung 1 : 87 500



Abb. 13

Mit Chylomikronen gefülltes Lymphgefäß (LG) umgeben von dünnem Endothel (x). M = glatte Muskelzellen. Enger Kontakt zwischen Histiocyt (H) und Plasmazelle (P). L = Lymphocyt. Im interstitiellen Raum Chylomikronen (Pfeil).

Vergrößerung 1 : 7000



Abb. 14

Lymphgefäß (LG) mit Chylomikronen (x), EN = Lymph-
endothel, M = glatte Muskelzellen. Im Interstitium
ebenfalls freie Chylomikronen (Pfeil).

Vergrößerung 1 : 30 000

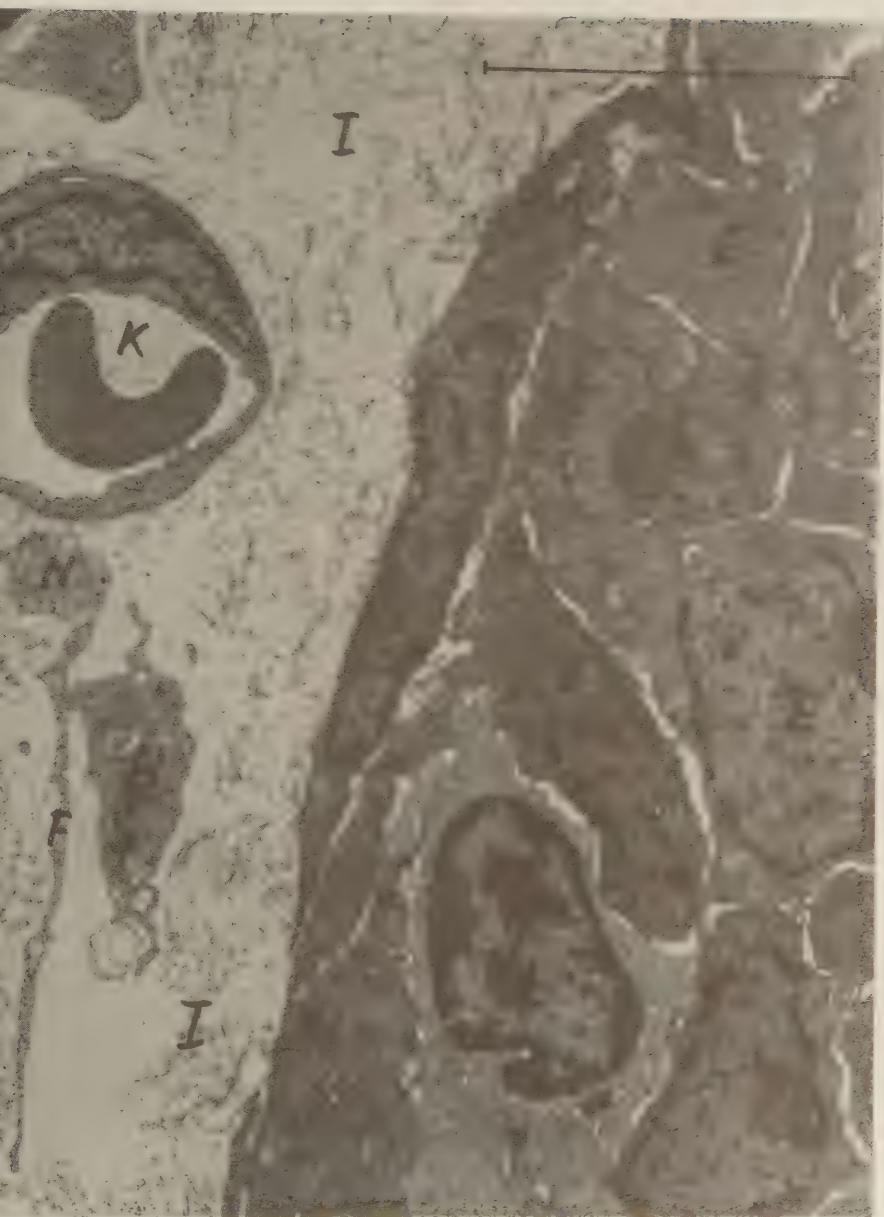


Abb. 15

Subepithelialer Histiocyt (sf, an der Epithel L) -
 Bindegewebsgrenze. Im Zottenstroma (I), Epithelare (E),
 Fibrocytenfortsätze (F), Histiocytenfortsätze (H),
 Nervenfasern (N). L = Lymphocyt im Endothelverant.
 Vergrößerung 1 : 7000

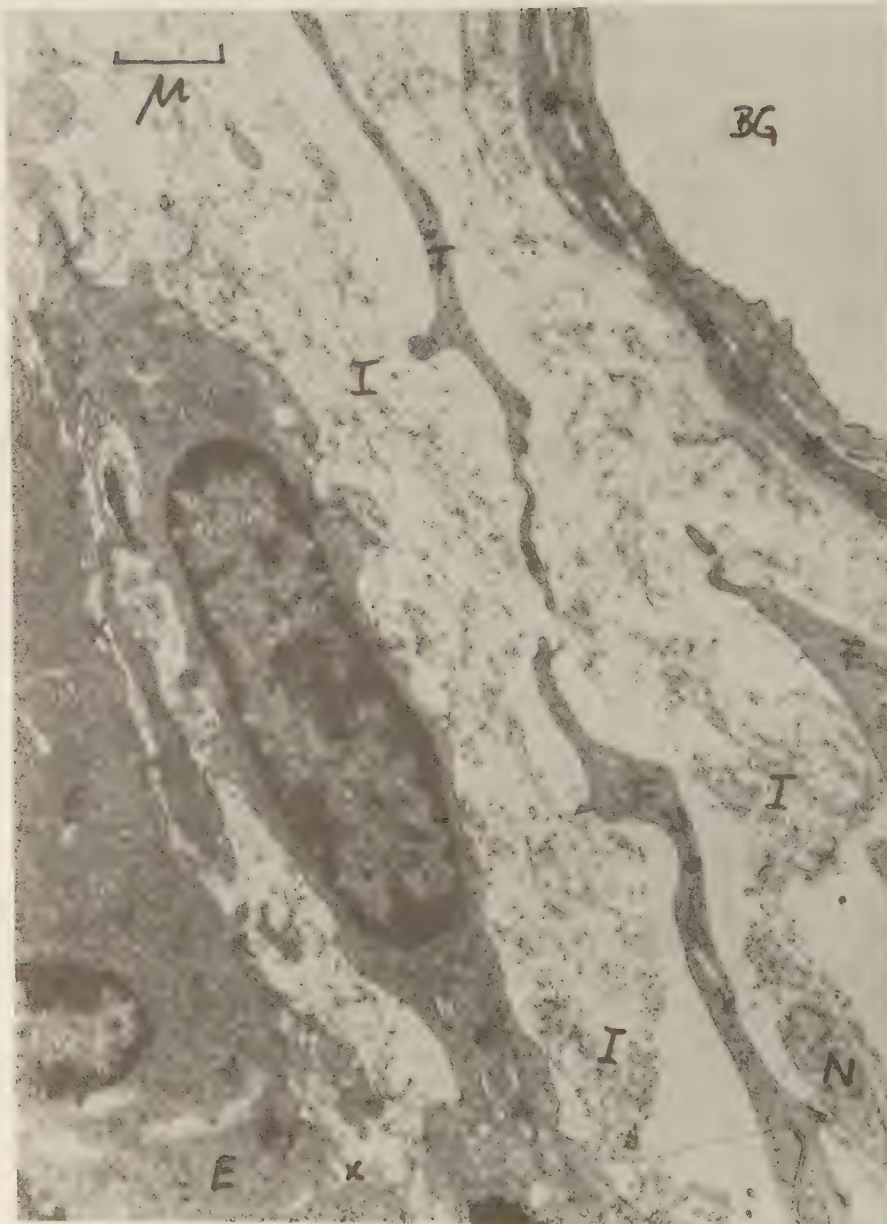


Abb. 16

Subepithelialer Fibrocyt (oF), E = Epithel, x =
epitheliale Basalmembran, F = Fibrocytenfortsätze,
Blutgefäß (BG) mit Pericyten (Stern), im Intersti-
tium (I) zahlreiche kollagene Fibrillen.

N = Nervenfasern.

Vergrößerung 1 : 21 000

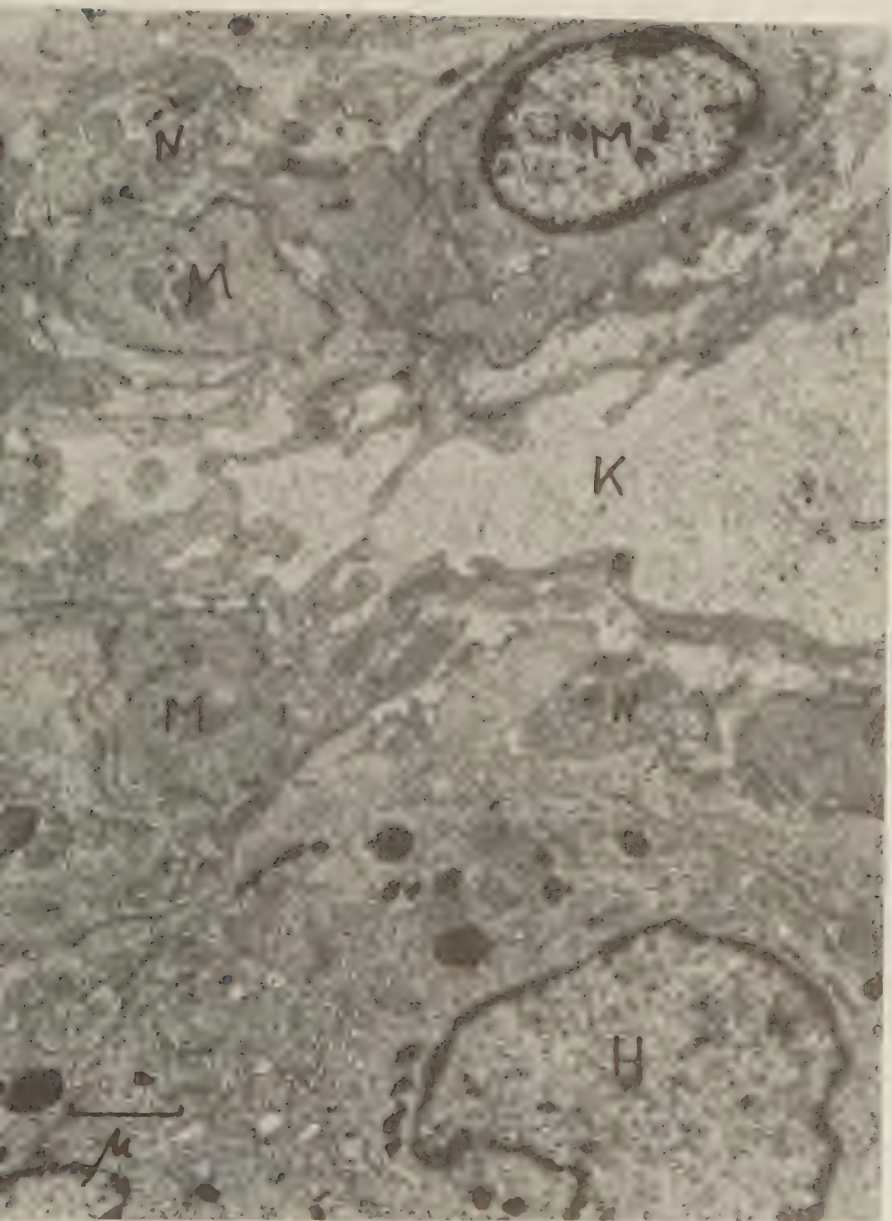


Abb. 17

Zottenstroma aus dem unteren Zottenbereich mit einer Kapillare (K), glatten Muskelzellen (M), Nervenfasern (N) und einem Histiocyten (H).

Vergrößerung 1 : 21 000



Abb. 13

Zahlreiche Plasmazellen (P) im Zottenstroma.

N = Nervenfasern, E = Epithel, I = Interstitium,

F = Fibrocytenfortsatz.

Vergrößerung 1 : 7000

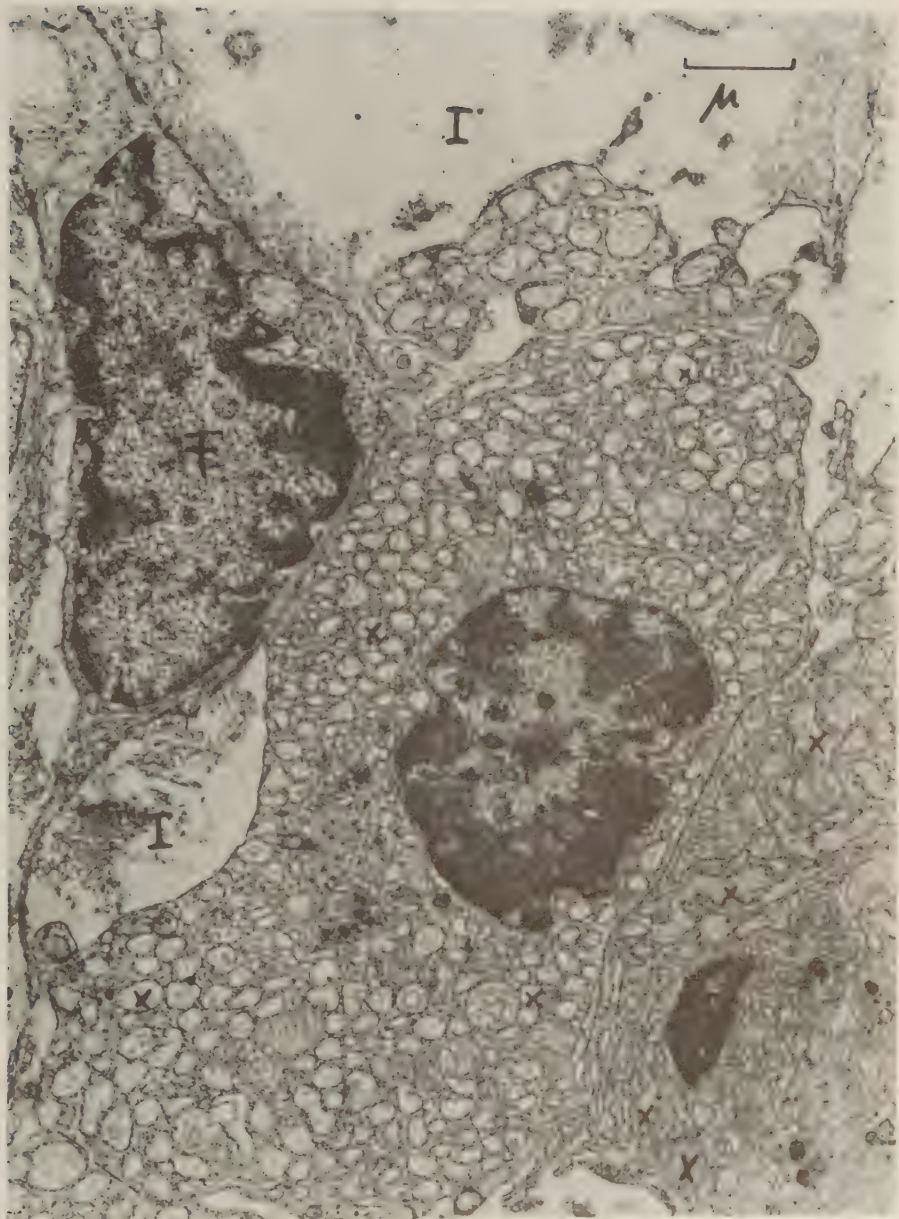


Abb. 19

Plasmazellen (P) mit zahlreichen Hohlräumen des rauen
endoplasmatischen Retikulums (x) und Fibrocyt aus dem
Zottenstroma (F). I = Interstitium.

Vergrößerung 1 : 21 000



Chylomikronen (Pfeil).

Vergrößerung 1 : 49 000

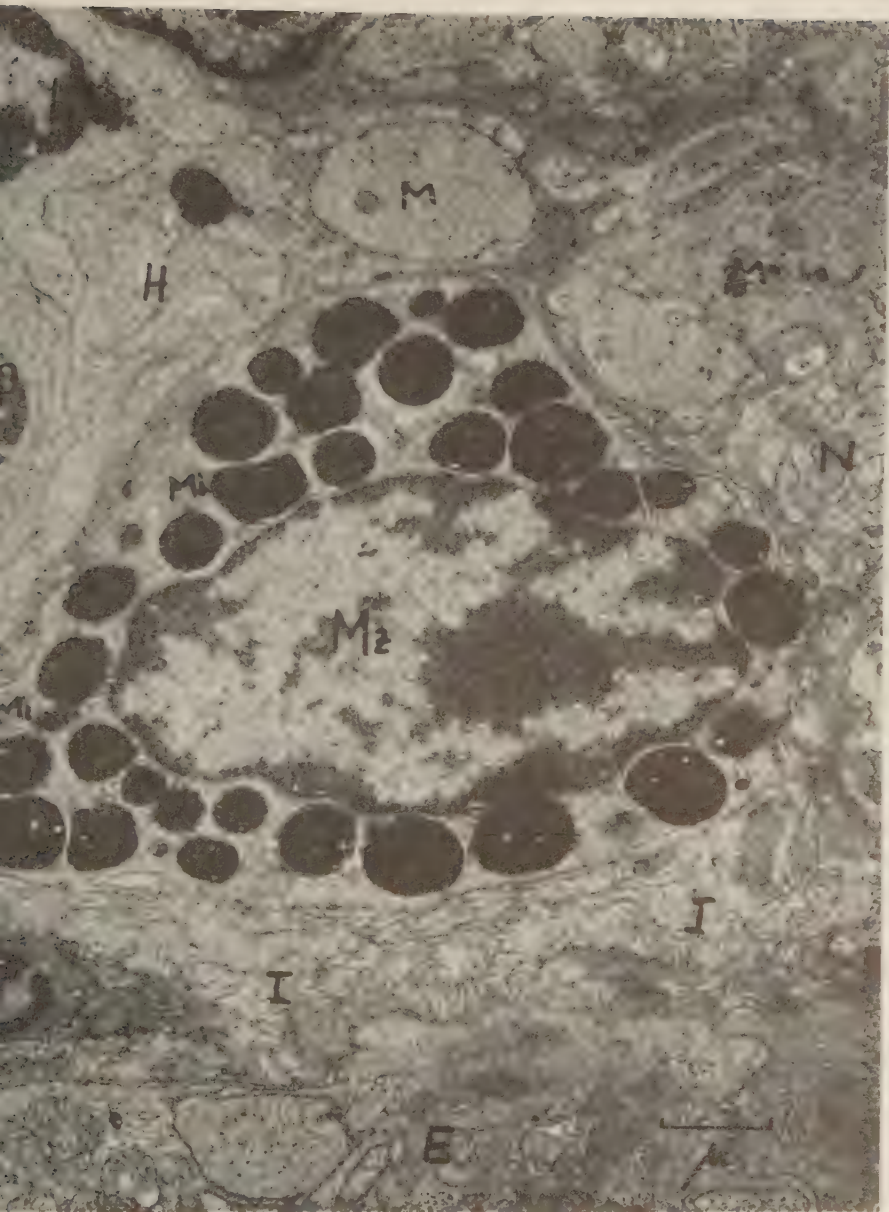


Abb. 41

Mastzelle (Mz) im Zottenstroma mit typischen elektro-
nendicken Einschlüssen (x) und Mitochondrien (Mi).

E = Epithel, I = Interstitium, N = Nervenfasern,
M = Muskelzelle, P = Plasmazelle, H = Histiocyt,

L = Lymphocyt.

Vergrößerung 1 : 21 000

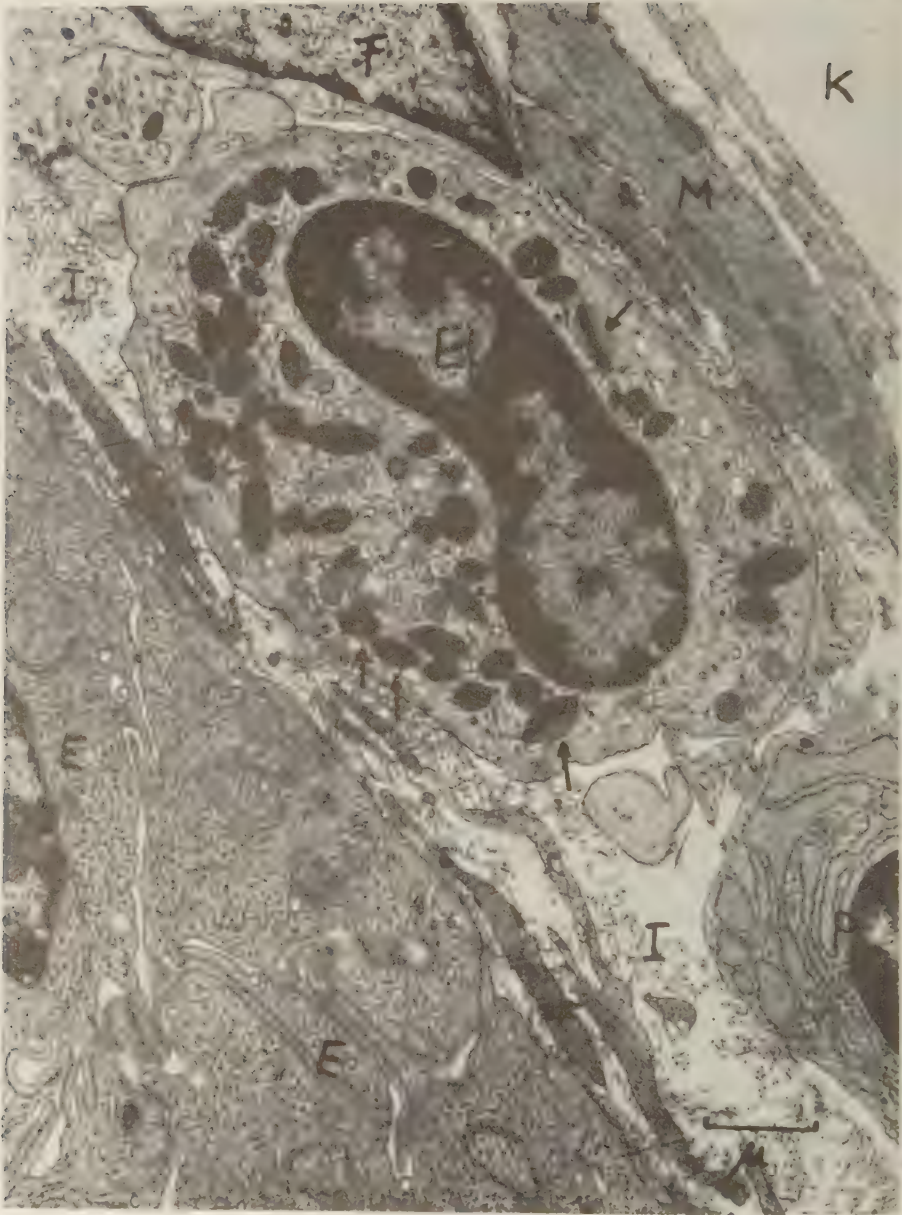


Abb. 22

Eosinophiler Leucocyt (EL). In den Granula typische Kristalloide (Pfeil). E = Epithel, sF = Fortsätze von subepithelialen Fibrocyten, F = Fibrocyt, I = Interstitium, M = glatte Muskelzelle, K = Kapillare, P = Plasmazelle.

Vergrößerung 1 : 21 000

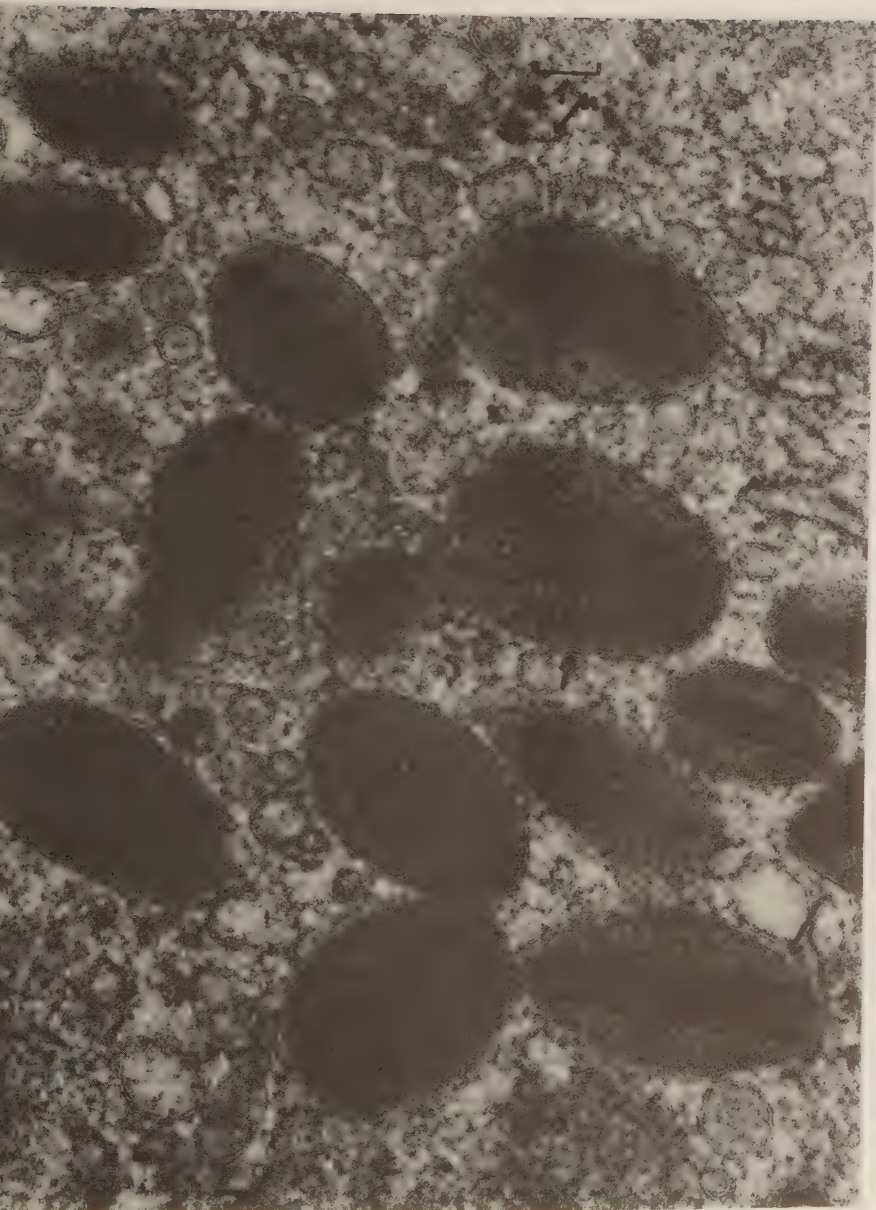


Abb. 22

Hohe Vergrößerung typischer Granula eines Eosinophilen
Leucocyten, deutliches Kristalloid im Inneren (x),
Granulamembran doppelt (Pfeil).

Vergrößerung 1 : 120 000

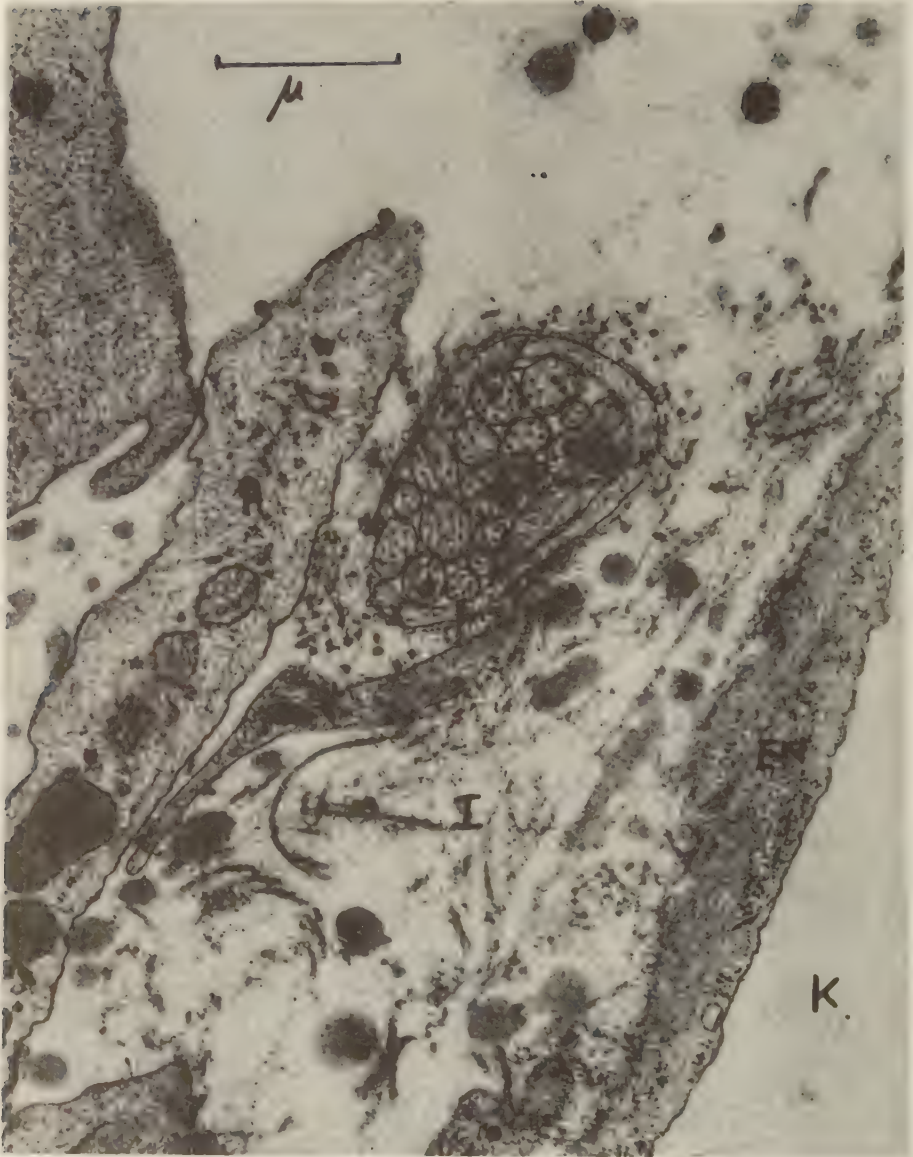


Abb. 24

Kleine Nervenfaser aus dem Zottenstroma mit querschnittenen Axonen (A), die Mikrotubuli enthalten (Pfeil) und teilweise von einer Schwann'schen Zellscheide umgeben sind (x). F = Fibrocytenfortsätze, EH = Endothel, K = Kapillare, I = Interstitium, H = Histiocyt, Stern = Chylomikronen.

Vergrößerung 1 : 35 000



Abb. 25

Zottenstroma mit zahlreichen Nervenfasern (N), bei
(S) Querschnitt durch eine Nervenfaser in Höhe des
Schwann'schen Zellkernes. P = Plasmazelle, K =
Kapillare, F = Fibrocyt.

Vergrößerung 1 : 35 000

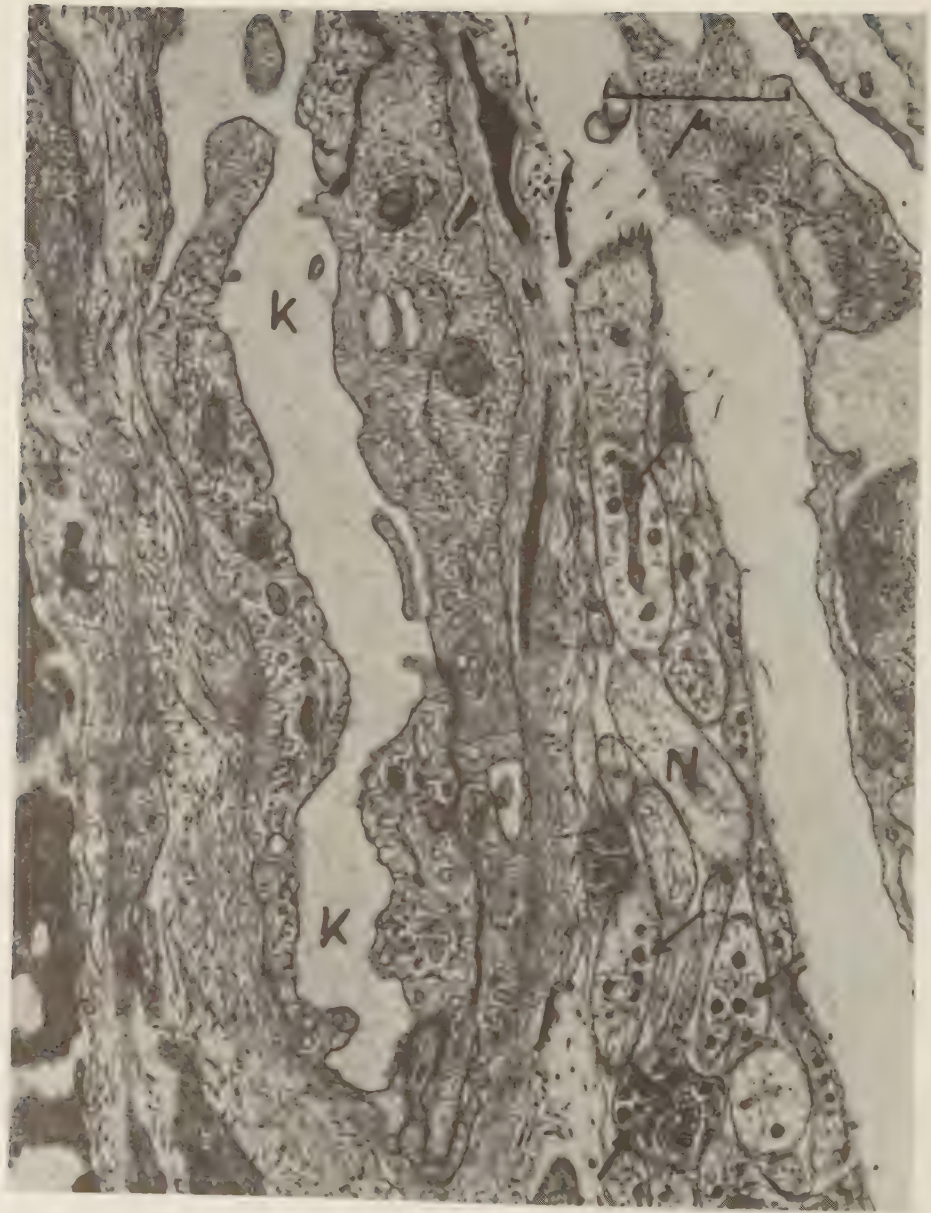


Abb. 26

Kapillare (K) begleitet von einem Nerven (N) aus dem
Zottenstroma. In den Axonen dunkle Granula (Pfeil),
deshalb möglicher Endabschnitt des Nerven.

F = Fibrocyt.

Vergrößerung 1 : 35 000

Herrn Prof. Dr. med. H.J. Merker danke ich für die
Überlassung des Themas
"Das elektronenmikroskopische Bild des Zottenstromas
im menschlichen Duodenum".

Lebenslauf

15. August 1944 in Forst geboren.

Evangelisch - lutherisch getauft.

Vater: Dr.med.dent.Philipp Hausser, Zahnarzt

Mutter: Hildegard Hausser, geb. Scheppan, Kammersängerin

1950 Einschulung in Bayreuth

1965 Abitur an dem humanistischen Maximilians Gymnasium,
München

WS 1965/66 Immatrikulation an der FU Berlin

SS 1968 Ärztliche Vorprüfung

WS 1971/72 Ärztliche Prüfung

